二胎政策下人口模型的研究分析

摘要

2016年1月1日，我国正式全面开放二胎政策。自此至今，二胎政策对我国的人口结构产生的一定的影响。本篇文章本着探究的目的，简单研究,二胎政策对我国人口结构产生的具体影响，以及对我国未来的人口政策提出一点建议。

本文主要解决四个问题，通过对这四个问题的解决，来达到对二胎政策的简单研究。

问题一：通过分析我国近十年来的人口数据，绘制图表来初步观察二胎政策实施后我国的人口结构的变化。

问题二：预测我国2030年的人口规模。我们从众多模型中选取了阻滞增长模型（Logistic模型）。在我国总人口数量较大，预测年数较长的背景下，利用近十年的总人口数据,建立Logistic模型，通过求解非线性方程，来进行预测，结果证明效果较为理想。

问题三：在不了解人们的生育意愿，以及各种影响生育的因素，我们很难从正面，直观地了解多孩政策对我国人口结构的具体影响。但我们从反面思考，进一步研究二胎政策带来的具体影响。建立Leslie模型，探究未来男女人口比例，以及人口老龄化的发展趋势。通过对二胎政策具体效果的分析，来判断是否需要近一步开放多孩政策。

问题四：相当于对上面三个问题的一个总结，以及结合我国现有的人口状况及问题，对未来提出一些针对性的建议。

关键词：二胎政策 Logistic模型 Leslie模型

1. 问题重述

内容要点：

1、问题背景：中国是一个人口大国，尽管我国在经济发展方面取得了举世瞩目的成就，但人口问题始终是制约我国发展的一个问题，人口与经济社会、环境的关系总体上仍处于紧张状态，面临着多方面挑战。习近平总书记在中国计划生育协会第八次全国委员会代表大会暨先进表彰会上指出，人口问题始终是我国面临的全局性、长期性、战略性问题。而人口老龄化是我国近几年来面临的重要人口问题之一。2015年10月，十八届五中全会决定全面开放二孩政策。至此，实施了30多年的独生子女政策正式宣布终结。2016年1月1号我国正式全面开放二胎政策，与此同时这个重大的人口政策转变将会影响我国未来几十年的人口结构。因此在此背景下研究二胎政策对我国人口模型的影响是十分具有现实意义的。本篇文章主要从近10年的人口数据，研究分析二胎政策来的人口结构影响，并以此预测我国2030年的大致人口规模，为国家以后的人口政策提出一点建议。

2、需要解决的问题

问题一：二胎政策取得的效果以及二胎政策对我国人口结构的影响

问题二：预测我国2030年大致的人口规模，建立预测模型

问题三：是否需要进一步实施全面开放多孩政策

问题四：为国家领导人制定未来的人口政策建言献策

1. 基本假设

1、不考虑人口迁移（包括迁入和迁出）对人口总数的影响；

2、不考虑未来10年大规模的人口伤亡因素（如地震、战争等）发生对我国总人口的影响；

3、生育率与死亡率是影响人口数量的主要因素；

4、数据与真实数据基本吻合，来源可靠。

1. 名词解释
2. 人口结构—将人口以不同的标准划分的结果，本文只考虑性别划分和年龄划分。
3. 性别结构—指我国总人口中男女人口的绝对数量，以及占的比率
4. 年龄结构—各个年龄段的在总人口中所占的比重。
5. 总和生育率——简称TFR，假定同时出生的一代妇女，按照某年的年龄别生育率度过其一生的生育阶段，则各年龄别生育率之和乘以年龄组的组距，就是这一代妇女平均每人可能生育的总数。
6. 出生婴儿性别比——指一定时期内出生男婴总数和女婴总数的比值，通常用每100名女婴所对应的男婴数来表示；出生性别比的通常值域为102-107之间。
7. 人口老龄化——指人口生育率降低和人均寿命延长导致总人口中因年轻人口数量减少、年长人口数量增加而导致老年人口比例相应增长；通常看法是，当一个国家或地区60岁以上老年人口占人口总数的10%，或65岁以上老年人口占人口总数的7%，该国家或地区的人口即处于老龄化社会。
8. 符号说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **符号** | **意义** |
| 1 | r | 人口增长率 |
| 2 | x | 人口数量 |
| 3 | t | 年份 |
| 4 |  | 可决系数 |
| 5 |  | 自然资源和环境所能容纳的最大人口数量 |
| 6 |  | 时间段t第i个年龄组的女性人口数 |
| 7 |  | 时间段t第i个年龄组的男性人口数 |
| 8 |  | 第i个年龄组的女性生育率，育龄区间为15-49岁， |
| 9 |  | 第i个年龄组的女性或男性的存活率 |
| 10 |  | 第i个年龄组的女性或男性的死亡率，且 |
| 11 | k | 出生婴儿性别比 |
| 12 | a | 全面二孩政策开放影响效果 |
| 13 |  | 第i年出生婴儿性别比 |
| 14 | L | Leslie矩阵 |

1. 模型的建立与求解

本节主要求解四个小问，其求解思路流程图如下：

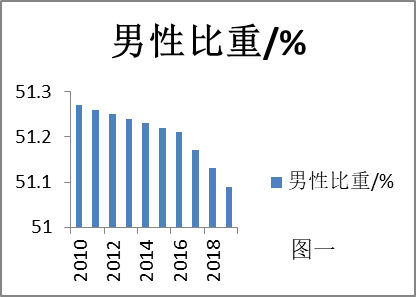
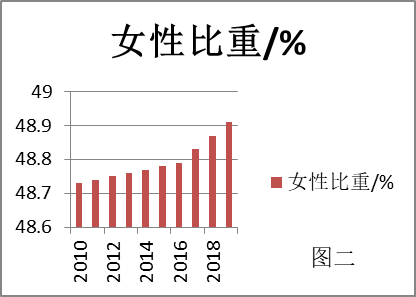
5.1 问题一的解答

人口结构又人口构成，是指将人口以不同的标准划分而得到的一种结果，主要由性别结构和年龄结构。本文也将从性别结构和年龄结构来研究二胎政策对我国人口结构的影响。

（1）性别结构



表一是我国2010—2019年的男女人口统计图，从这些数据可以大致看出，女性人口比重在逐年上升。

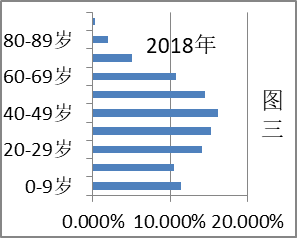
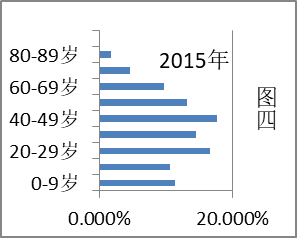
 

图一和图二是2010—2019年我国男女比重变化的柱形图，从图中我们可以直观的发现自2016年开始我国的男女比重差距明显减小，女性比重上升、男性比重下降，男女比例更加趋于合理化。在不考虑男性因爆发特殊疾病或着其它灾难而导致死亡率大幅度上升的情况下，我们可以的出结论二胎政策改善了我国的男女比例，使我国的性别结构趋于合理化。

（2）年龄结构



表二是我国近十年的各个年龄段人口统计，从表中不难发现我国65岁人口比重逐年增加，15-65岁之间的人口占比逐年减少，0-14岁的人口比重上升，但老龄化问题仍不容乐观。

** **

图三和图四是我国人口抽样调查各年龄段人口数目所做的百分比条形图，本篇文章选取了二胎政策前一年2015年和2018年的抽样数据（注：2019年数据尚未出来）。对比可以看出2015-2018年图形有稍微向中间靠拢的趋势，图形底部稍变宽，在不考虑男女性别的情况下，借鉴人口金字塔的概念，二胎政策下我国年龄结构有向“稳定性”发展的趋势。

5.2问题二的建模与解答

预测我国2030年的人口规模，本文章利用阻滞增长模型（Logistic模型）进行解答

（1）模型准备

阻滞增长模型的原理：阻滞增长模型是考虑到自然资源、环境条件等因素对人口增长的阻滞作用，对指数增长模型的基本假设进行修改后得到的。阻滞作用体现在对人口增长率r的影响上，使得r随着人口数量x的增加而下降。若将r表示为x的函数r(x)，则它应是减函数。于是有：

(1)

对于r(x)的一个最简单假定是，设r(x)为x的线性函数，即

(2)

设自然资源和环境条件所能容纳的最大人口数量,当时人口不再增长，即增长率，代入（2）式得，于是（2）式为

(3)

将（3）代入方程（1）

(4)

解方程（4）可得 (5)

（2）模型建立

我国2010-2019年的全国总人口的数据如表三

1、将2010年看成初始时刻及t=0，即2011年t=1，以此类推，以2019年t=9为终止时刻。用函数（5）对表三中的数据进行非线性拟合，运用MATLAB编程的到相应参数Xm= ,r= ,可以计算可决系数（可决系数是判断曲线拟合效果的一个指标）：

（3）模型求解

5.3问题三的建模和解答

（1）模型准备

Leslie模型是一种以年龄和性别为基础的离散矩阵人口模型，它的主要原理是利用分年龄别的女性生育率、死亡率和出生婴儿性别比三个参数构建Leslie矩阵向量，然后利用初始年女性分年龄实际人口与之相乘，即得到分年龄别女性预测人口，公式如下：

最后根据男女性别比推算出总人口规模。

Leslie模型在预测人口总量的同时，在一定程度上也可以反映人口结构的发展趋势，克服了Logistic模型只能在总量上预测的缺陷，是以离散的人口相关自变量、性别分组及某一初始时期的人口发展数据为机理，对未来一个或多个区域进行人口规模和年龄结构的预测的综合模型。

但Leslie模型同时存在以下不足：仅预测女性人口，再根据男女性别比推算出总人口规模，会给最终预测结果带来偏差；未考虑全面二孩政策开放的影响效果。

根据上述特点，本文综合考虑全面二孩政策的影响以及男女性别比的变动，优化了Leslie模型。

（2）模型建立

将人口按照年龄大小等间隔地划分成19个年龄组（每5岁划分为一个年龄组,90岁及以后为一组）：0-4岁，5-9岁，……，85-89岁，90+岁。模型要讨论在不同时间人口的年龄分布，对时间也加以离散化，时间离散化为t=0,1,2,……。

定义在时间段t女性人口总数用向量表示为：，在时间段t男性人口总数用向量表示为：。对于女性和男性分别建立矩阵：

则时间段t+1女性人口表示为：

时间段t+1男性人口表示为，其中表示为时间段t出生男婴数量，X(1,t)表示时间段t出生婴儿数量。

（3）参数分析

2.1分年龄、分性别初始人口数

我国全面二孩政策从2016年1月1日起正式实行，故本文选择选取2015年分年龄、分性别人口数作为该模型的初始值。由中国国家统计局官网可知，2015年人口数据是由全国1%人口抽样调查样本数据，抽样比为1.55%；故本文根据抽样比计算并取整计算了2015年分年龄、分性别人口数。

表1 2015年分年龄、分性别人口数



2.2分年龄、分性别存活率

由存活率和死亡率的关系式可知，只需知道分年龄、分性别人口的死亡率即可推得相应的存活率。

表1 2010年-2015年死亡率



由数据可知，2010年-2015年死亡率变动幅度不大，故可取2009.11月-2010年11月分年龄、分性别死亡率（数据来源中国2010年人口普查资料）。

图1 分年龄、分性别死亡率

2.3女性生育率

表2 2011年-2015年分年龄女性生育率



由该2011年-2015年分年龄女性生育率折线图可知，生育率随年份变动的变化不大，故可取其平均值。

2.4全面二孩政策开放的影响效果

由于二孩政策的开放与死亡率等其他因素没有特别大的关系，主要影响的是婴儿出生的情况，故本文把政策开放的影响效果基本等同于总和生育率；由于不同的专家给出的总和生育率不同，故本文将全面二孩政策下的总和生育率设为1.6-2.2，步长为0.1.

2.5出生婴儿性别比

本文忽略不同年龄妇女所生婴儿性别比的差异，即认为在同一年中，不同年龄妇女所生婴儿的性别比相同。

表3 2006年-2014年出生婴儿性别比



本文通过查找2006年-2014年出生婴儿性别比的数据，利用灰色模型来预测2016年-2030年出生婴儿性别比。

灰色模型：对每年的性别比的数据记为,其中为2006年的数据以此类推。

检验比(k=2,3,...,9)(=()，(都符合要求)。

对做一次累加得数列，再做的领值加权平均，

得数列

即=,为确定参数，

得到GM(1,1)的白化微分方程模型为,

其中参数由灰微分方程,k=2,3,…,9确定。

根据系数可以求得白化微分方程的解：

故相应的可以求出即可以得到

利用灰色模型计算2006年-2014年出生婴儿性别比的预测值与相对误差如下：

表4 2006年-2014年出生婴儿性别灰色模型预测值及相对误差

由此可知，由灰色模型预测的2006年-2014年的出生婴儿性别比的相对误差不超过1%，可较精确地预测2016年-2030年出生婴儿性别比。预测值如下表所示：

表5 2016年-2030年出生婴儿性别比灰色模型预测

三、模型求解

将总和生育率分别设置为1.6,1.7,1.8,1.9,2.0,2.1,2.2，利用MATLAB编程分别计算2016年与2017年的人口；根据2016年和2017年实际人口数，由公式求出相对误差。

5.4问题四的解答

六、总结

参考文献  
[1]洪雅芳.全面二孩政策对我国人口结构的影响研究[J].鄂州大学学报,2019,26(05):19-24.  
[2]李琳洁,朱家明,陈富媛.基于Leslie模型对全面二孩政策下的人口预测[J].现代商贸工业,2018,39(13):134-135.  
[3]陈学识,张江,许真真.基于二孩政策下人口结构的分析与预测[J].哈尔滨师范大学自然科学学报,2019,35(02):38-44.  
[4]宋周洲.Leslie改进模型预测二孩政策对中国人口发展的影响[J].科技风,2018(03):206-207+231.

[5]国家统计局. DB/OL. http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01